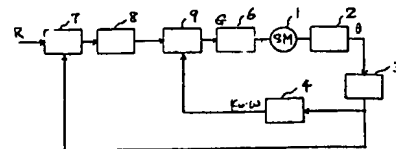


## (54) SERVO MOTOR POSITION CONTROLLER

(11) 5-165526 (A) (43) 2.7.1993 (19) JP  
 (21) Appl. No. 3-328636 (22) 12.12.1991  
 (71) YOKOGAWA ELECTRIC CORP (72) YOSHIHIRO OKANO(1)  
 (51) Int. Cl.<sup>5</sup> G05D3/12, H02P5/00

**PURPOSE:** To limit the maximum speed of a servo motor of low torque and high speed and to execute stable position control by saturating deviation caused by position feedback by a limiter first and starting a speed control mode when the position deviation is large.

**CONSTITUTION:** A first deviation calculation part 7 calculates the deviation of an output signal  $\theta$ , which is impressed through a buffer amplifier 3, from a position sensor 2 from a target position R. A limiter 8 limits the amplitude of an output signal from the first deviation calculation part 7. A second deviation calculation part 9 calculates the deviation between the output signal of the limiter 8 and a speed signal  $K_\omega \cdot \omega$  outputted by a speed calculation part 4. When the output signal of the deviation calculation part 9 is impressed, a driving amplifier 6 amplifies this signal and drives a servo motor 1. Namely, the factor of saturation caused by the limiter 8 is added to the output of the position deviation. Thus, a speed  $\omega$  of the servo motor 1 having low torque and high-speed rotation, namely, having the large position deviation is controlled at fixed maximum speed, and the maximum torque can be stably held.

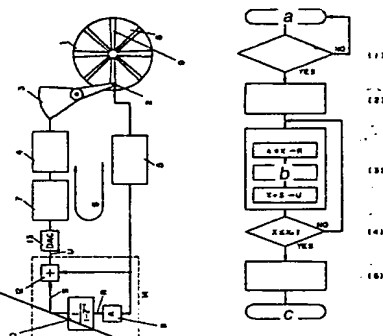


## (54) METHOD AND DEVICE FOR CONTROLLING POSITIONING

(11) 5-165527 (A) (43) 2.7.1993 (19) JP  
 (21) Appl. No. 3-333163 (22) 17.12.1991  
 (71) MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD (72) SHUICHI YOSHIDA(2)  
 (51) Int. Cl.<sup>5</sup> G05D3/12, G05B11/36, G05B13/02, G11B21/10

**PURPOSE:** To improve quick responsiveness by adaptively varying the gain of an integration compensator in a position control loop in the case of a settling mode.

**CONSTITUTION:** In a seek mode, the number of remaining tracks and a moving speed are measured and when they are smaller than certain values, the mode is switched to the settling mode (step 1). In the settling mode, first of all, an integration gain A is set to a value A<sub>1</sub> larger than a value A<sub>2</sub> in the case of following (step 2). Next, a control operation is executed by a microcomputer 14 (step 3). In this control operation, first of all, the integration gain A is multiplied to a position signal X and inputted to a register R, and the value of this register R is inputted to another register S. Next, the position signal X and the value of the register S are added 12 and inputted to another register U. Afterwards, it is judged whether the position signal X is smaller than a reference value or not (step 4), the integration gain A is set to the value A<sub>2</sub> at the time of following (step 5) and a following mode is started.



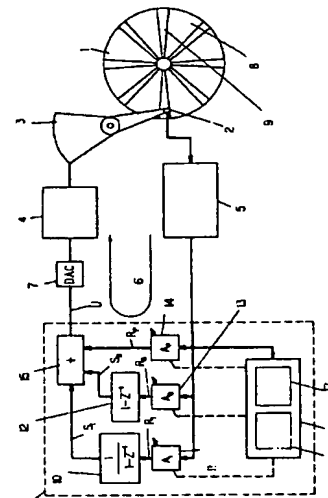
1: disk, 2: head, 3: actuator, 4: current driver, 5: position detecting means, 6: position control loop, 7: phase compensating filter, 8: data area, 9: servo area, 10: integrator, 11: gain controller, (a): seek mode, (b): integrating operation-S, (c): following mode

## (54) METHOD AND DEVICE FOR CONTROLLING POSITIONING

(11) 5-165528 (A) (43) 2.7.1993 (19) JP  
 (21) Appl. No. 3-333164 (22) 17.12.1991  
 (71) MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD (72) SHUICHI YOSHIDA  
 (51) Int. Cl.<sup>5</sup> G05D3/12, G05B13/02, G05D3/12, G11B21/10

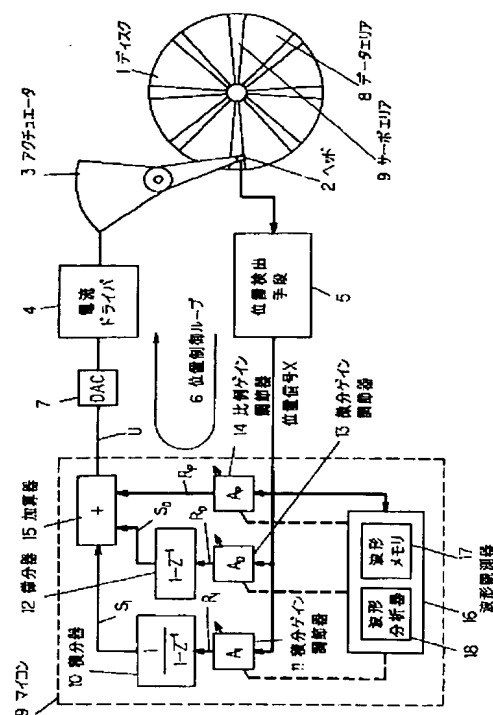
**PURPOSE:** To improve quick responsiveness in a settling mode positioning an object with respect to the target position.

**CONSTITUTION:** A seek mode is selected by receiving a seek command and when the number of remaining tracks and a moving speed are respectively smaller than certain values, the mode is switched to the settling mode. In the settling mode, a position signal waveform is observed 5, and a microcomputer 19 executes a control operation. Next, it is judged that a position signal X is smaller than a certain reference value, and a following mode is started. In the following mode, the waveform of data stored in a waveform memory 17 is analyzed by a waveform analyzer 18 while executing the control operation required for following, a new compensating gain is calculated based on the result, and the respective values are inputted to the registers of respective gain controllers 11, 13 and 14. Afterwards, the seek command is waited while keeping the following state and when the seek command is received, the seek mode is started again.



1: disk, 2: head, 3: actuator, 4: current driver, 5: position detecting means, 6: position control loop, 8: data area, 9: servo area, 10: integrator, 11: integrated gain controller, 12: differentiator, 13: differentiated gain controller, 14: proportional gain controller, 15: adder, 16: waveform observer

(11)特許出願公開番号



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 対象物を目標位置に対して位置決めするセトリングモードと前記目標位置へ追従させるフォロイングモードとを含み、前記対象物と前記目標位置との位置偏差信号波形を観測するステップ、前記位置決め制御ループの補償演算を行なうステップ、前記位置偏差信号が予め決められた基準値以下であることを判断するステップ、前記位置偏差信号波形を波形分析するステップ、この波形分析に基づき補償ゲインを求めるステップ、前記補償ゲインを補償器に設定するステップとを含むことを特徴とする位置決め制御方法。

【請求項 2】 補償演算は、位置偏差に積分補償ゲインを乗算し積分演算を行なうステップ、前記位置偏差に微分補償ゲインを乗算し微分演算を行なうステップ、前記位置偏差に比例補償ゲインを乗算するステップ、前記積分演算出力と前記微分演算出力と前記比例補償出力を加算するステップを含むことを特徴とする請求項 1 記載の位置決め制御方法。

【請求項 3】 対象物を目標位置に対して移動させるアクチュエータと、アクチュエータに駆動電流を付与する電流駆動手段と、前記対象物と前記目標位置との位置偏差信号を検出する位置検出手段と、位置制御ループのループ特性を補償する補償手段と、該補償手段のゲインを調整するゲイン調節手段と、前記位置偏差信号の波形を観測する波形観測手段とを含むことを特徴とする位置決め制御装置。

【請求項 4】 補償手段は、積分補償手段と微分補償手段のうち少なくともいずれかを含み、ゲイン調節手段は、積分ゲイン調節手段と微分ゲイン調節手段と比例ゲイン調節手段の少なくともいずれかを含むことを特徴とする請求項 3 記載の位置決め制御装置。

【請求項 5】 波形観測手段は、位置偏差信号を保持する波形メモリ手段と該波形メモリ手段の出力に基づいて波形分析を行う波形分析手段を含むことを特徴とする請求項 3 記載の位置決め制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は磁気ディスク装置および光ディスク装置等の情報記憶装置における記録・再生ヘッドの位置決め制御方法および位置決め制御装置に係わり、位置制御ループ内の補償器のゲインの調節方法およびそれをういた装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 ディスク装置の位置決め制御方法は、目標トラックに向かって記録・再生ヘッドを高速に移動するシークモードと、それに引き続いて過渡的な位置決め動作を行うセトリングモードと、目標トラックへの定常的な追従動作を行うフォロイングモードに分けることができる。シークモードからセトリングモードへの切り換えおよびセトリングモードからフォロイングモードへの

切り換えは、ヘッドと目標トラックとの残余距離もしくはヘッドの記録ディスクに対する相対的な移動速度の少なくともいずれかが予め定めたある基準値以下になった時点で行う。

【0003】 従来のディスク装置の位置決め制御方法における位置決め制御系は、そのループ特性を補償するために、位置決め制御系のループゲインを調節する比例項即ち P 項と、ループの安定性を確保するための微分項即ち D 項と、定常偏差を低減するための積分項即ち I 項とから構成される P I D 補償器を含む。P I D 補償器の実施形態は、P 項、I 項、D 項の各々を並列に設けるか、P 項と I 項を並列に設けてその出力側にリードラグフィルタなどの位相補償フィルタの形で D 項を設けるなど様々であるが、一般に P I D 制御方式として知られている。また、この位置決め制御系の動作点即ちループゲインは、フォロイングモードでの定常的なループ安定性を確保するように設定され、この P I D 補償器の構成および動作点はセトリングモードでも変更なく用いられる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、従来の位置決め制御系は、ループ特性補償のための P I D 補償器および動作点がセトリングモードおよびフォロイングモードに共通して用いられていたため、位置決め制御ループの動作点が固定され、セトリングモードにおける応答性には限界がある。

【0005】 本発明はこのような課題を解消するためになされたものであって、その目的とするところは、ディスク装置の位置決め制御系において、セトリングモードの際に、位置信号波形を観測してその結果に基づいて位置制御ループ内の補償器のゲインを決定することによって、速応性を改善させることを可能とする位置決め制御方法を提供することである。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 前記課題を解決するために本発明は以下のような方法を用いるか、あるいは以下のような構成を備えている。即ち、対象物を目標位置に対して位置決めするセトリングモードと前記目標位置へ追従させるフォロイングモードとを含み、前記対象物と前記目標位置との位置偏差信号波形を観測するステップ、前記位置決め制御ループの補償演算を行なうステップ、前記位置偏差信号が予め決められた基準値以下であることを判断するステップ、前記位置偏差信号波形を波形分析するステップ、該波形分析に基づき補償ゲインを求めるステップ、前記補償ゲインを補償器に設定するステップとを含むか、あるいは、対象物を目標位置に対して移動させるアクチュエータと、アクチュエータに駆動電流を付与する電流駆動手段と、前記対象物と前記目標位置との位置偏差信号を検出する位置検出手段と、位置制御ループのループ特性を補償する補償手段と、該補償手段のゲインを調整するゲイン調節手段と、前記位置偏

差信号の波形を観測する波形観測手段とを含んで構成される。

#### 【0007】

【作用】本発明は以上に記述したように、セトリングモードにおいて位置決め制御系の構成を大きく変更することなく容易な構成でセトリング時間を短縮させる補償器のゲインを決定し、これを用いて応答性を大幅に改善することを可能にする。

#### 【0008】

【実施例】以下、本発明の実施例について図面をもって具体的に説明する。

【0009】図1は本発明の一実施例の位置決め制御装置のブロック図である。1はデータおよび位置サーボ信号がデータエリア8およびサーボエリア9にそれぞれ記録されるディスク、2はディスク1に対してデータおよび位置サーボ信号を読み書きするヘッド、3はヘッドをディスク1の所望の場所へ移動させるアクチュエータ、4はアクチュエータ3に駆動電流を印可する電流ドライバ、5はヘッド2から得られた信号に基づいて位置信号Xを検出する位置検出手段、7はデジタル値をアナログ値に変換するとともに時間分散データをホールドする機能を有するD/A変換器、10は位置制御ループ6の低域のゲインを増加させるための積分器、11は積分ゲインを調整するための積分ゲイン調節器、12は位置制御ループ6のループ安定性を確保するための微分器、13は微分ゲインを調整するための微分ゲイン調節器、14は位置制御ループ6のループゲインを調節するための比例ゲイン調節器、15は積分器10の出力信号SIと微分器12の出力信号SDと比例ゲイン調節器14の出力信号RPを加算する加算器、16は位置信号波形を観測しその結果に基づいて積分ゲイン調節器11、微分ゲイン調節器13、比例ゲイン調節器14に調節指令信号を出力する波形観測器であり、波形メモリ17と波形分析器18から構成される。19は積分、微分、加算などの制御演算ならびに波形観測およびゲイン調節を行うマイコンである。

【0010】図2は、本発明の一実施例の位置決め制御方法におけるシーク、セトリング、フォロイング各モードの手順を示すフローチャートである。シーク指令を外部装置から受け取ってシークモードに移行すると（ステップ1）、アクチュエータに駆動指令を出力する（図示しない）。同時に残余トラック数と移動速度を計測し（図示しない）、それぞれがある値以下になったときにセトリングモードに切り換える（ステップ2）。

【0011】セトリングモードでは、まず位置信号Xを波形観測器16において観測し、波形メモリ17に記憶する（ステップ3）。次に、マイコン19で制御演算を行う（ステップ4）。制御演算は、位置信号Xに積分ゲインAI、微分ゲインAD、比例ゲインAP（以下まとめて補償ゲインと呼ぶ）を掛けてそれぞれレジスタRI、

RD、RPに入力するステップと、レジスタRIの値を積分してレジスタSIに入力するステップと、レジスタRDの値を微分してレジスタSDに入力するステップと、レジスタSIの値とレジスタSDの値とレジスタSPの値とを加えてレジスタUに入力するステップからなる。

【0012】次に位置信号Xがある基準値X0以下になったことを判断し（ステップ5）、フォロイングモードに移行する（ステップ6）。フォロイングモードでは、フォロイングに必要な制御演算を行いながら（図示しない）、波形メモリ17に記憶したデータを波形分析器18で波形分析し、その結果に基づいて新たな補償ゲインAIN、ADN、APNを求め、それぞれの値を積分ゲイン調節器11のレジスタAI、微分ゲイン調節器13のレジスタAD、比例ゲイン調節器14のレジスタAPに入力する（ステップ8）。その後フォロイング状態のままでシーク指令待ちをし、シーク指令を受け取ると再びシークモードへ移行する。

【0013】次に波形分析の方法と補償ゲインの決定方法について説明する。図3は、本発明の一実施例の位置決め制御方法におけるアクチュエータの移動距離の時間応答波形図を示す。同図（a）は移動開始から目標位置への移動までを表している。同図（b）は同図（a）のセトリング部を拡大したものである。同図（b）において、TSTLはセトリングモードへ切り換えてから応答波形がオーバーシュートして最初のピーク値となるまでの時間であり、HSTLはそのときの目標位置からのオーバーシュート量である。波形分析器18は、TSTLとHSTLをパラメータとして検出し、これらの値と予め決められた基準値TSTL0、HSTL0とを比較して以下に述べる補償ゲインの決定方法を用いる。

【0014】補償ゲインの決定方法は、2通りの方法により行う。1つは比例ゲインAPと微分ゲインADを一定として積分ゲインAIを決定する方法である。即ち、波形分析の結果、パラメータHSTLは基準値HSTL0に比べて余り大きくないが、パラメータTSTLが基準値TSTL0に比べて極めて大きい場合には、積分ゲインが不足していると判断して積分ゲインAIを増加する。

【0015】もう1つは比例ゲインAPと積分ゲインAIを一定として微分ゲインADを決定する方法である。即ち、波形分析の結果、パラメータTSTLは基準値TSTL0に比べて余り大きくないが、パラメータHSTLが基準値HSTL0に比べて極めて大きい場合には、微分ゲイン即ちダンピングが不足していると判断して微分ゲインADを増加する。これら2通りの方法を適宜組み合わせることで実行し、比例ゲインAPは最後にループゲインを微調整する目的で可変する。これら一巡の手順は、全てループ安定性を損なわない範囲で行う。

【0016】次に、補償ゲインの決定方法のうち比例ゲインAPと微分ゲインADを一定として積分ゲインAIを決定する方法について説明する。

【0017】図4は、本発明の一実施例の位置決め制御方法におけるアクチュエータの移動距離の時間応答波形のセtring部の拡大図を示す。41は積分ゲインAIがデフォルト値AI0の場合であり、42は波形分析の結果、デフォルト値AI0よりも大きい積分ゲインAINを与えた場合である。T1、T2はそれぞれ41、42の応答において、目標位置との残余距離が規定値X0（例えば1μm）以下になった時点を示しており、41よりも42のほうが早く目標位置に到達しており、応答性が大幅に改善されていることがわかる。

【0018】図5は、本発明の一実施例の位置決め制御方法における位置決め制御系の開ループ周波数応答特性図であり、51、52は積分ゲインAIがデフォルト値AI0の場合のゲイン特性と位相特性を示し、53、54は積分ゲインAIがAINの場合のゲイン特性と位相特性を示す。積分ゲインAIがAINの場合は、AI0の場合に比べて位相特性は悪くなるがゲイン特性が全体に高くなり、応答性が良くなる。

【0019】さらに、補償ゲインの決定方法のうち比例ゲインAPと積分ゲインAIを一定として微分ゲインAD

【0020】図6は、本発明の一実施例の位置決め制御方法におけるアクチュエータの移動距離の時間応答波形のセtring部の拡大図である。61は微分ゲインADがデフォルト値AD0の場合であり、62は波形分析の結果、デフォルト値AD0よりも大きい微分ゲインADNを与えた場合である。T3、T4はそれぞれ61、62の応答において、目標位置との残余距離が規定値X0（例えば1μm）以下になった時点を示しており、61よりも62のほうが早く目標位置に到達しており、応答性が大幅に改善されていることがわかる。

【0021】図7は、本発明の一実施例の位置決め制御方法における位置決め制御系の開ループ周波数応答特性図であり、71、72は微分ゲインADがデフォルト値AD0の場合のゲイン特性と位相特性を示し、73、74は微分ゲインADがADNの場合のゲイン特性と位相特性を示す。微分ゲインADがADNの場合は、AD0の場合に比べて低域のゲイン特性が低くなるが、位相特性のピークが低い周波数側へ移動する（peak2）。ホールド遅れにより位相特性が低下する場合には、ADNのほうが動作点での位相余裕が大きくなり、応答性が良くなる。

【0022】

【発明の効果】本発明は以上に記述したような構成により以下に示すような効果を得ることができる。

【0023】セtringモードにおいて位置決め制御系の構成を大きく変更することなく容易な構成でセtring

グ時間を短縮させる補償器のゲインを決定し、これを用いて応答性を大幅に改善することを可能にする。

【0024】なお上記実施例では、磁気ディスク装置を例にとり説明したが、本発明は光ディスク装置等にも適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の位置決め制御装置のブロック図

【図2】本発明の一実施例の位置決め制御方法におけるシーク、セtring、フォロイング各モードの手順を示すフローチャート

【図3】（a）は本発明の一実施例の位置決め制御方法におけるアクチュエータの移動距離の時間応答波形図

（b）は本発明の一実施例の位置決め制御方法におけるアクチュエータの移動距離の時間応答波形のセtring部の拡大図

【図4】本発明の一実施例の位置決め制御方法におけるアクチュエータの移動距離の時間応答波形図

【図5】本発明の一実施例の位置決め制御方法における位置決め制御系の開ループ周波数応答特性図

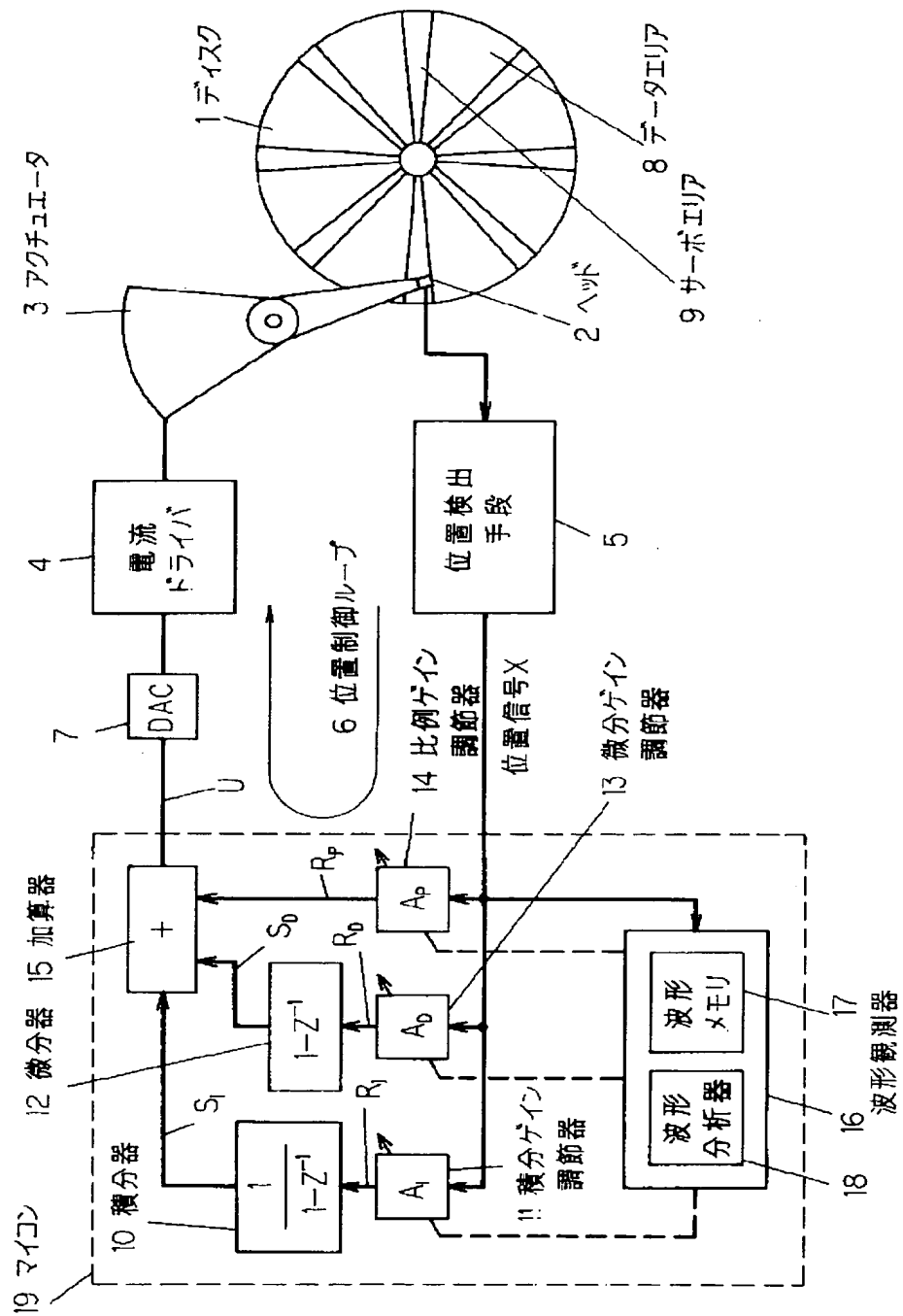
【図6】本発明の一実施例の位置決め制御方法におけるアクチュエータの移動距離の時間応答波形のセtring部の拡大図

【図7】本発明の一実施例の位置決め制御方法における位置決め制御系の開ループ周波数応答特性図

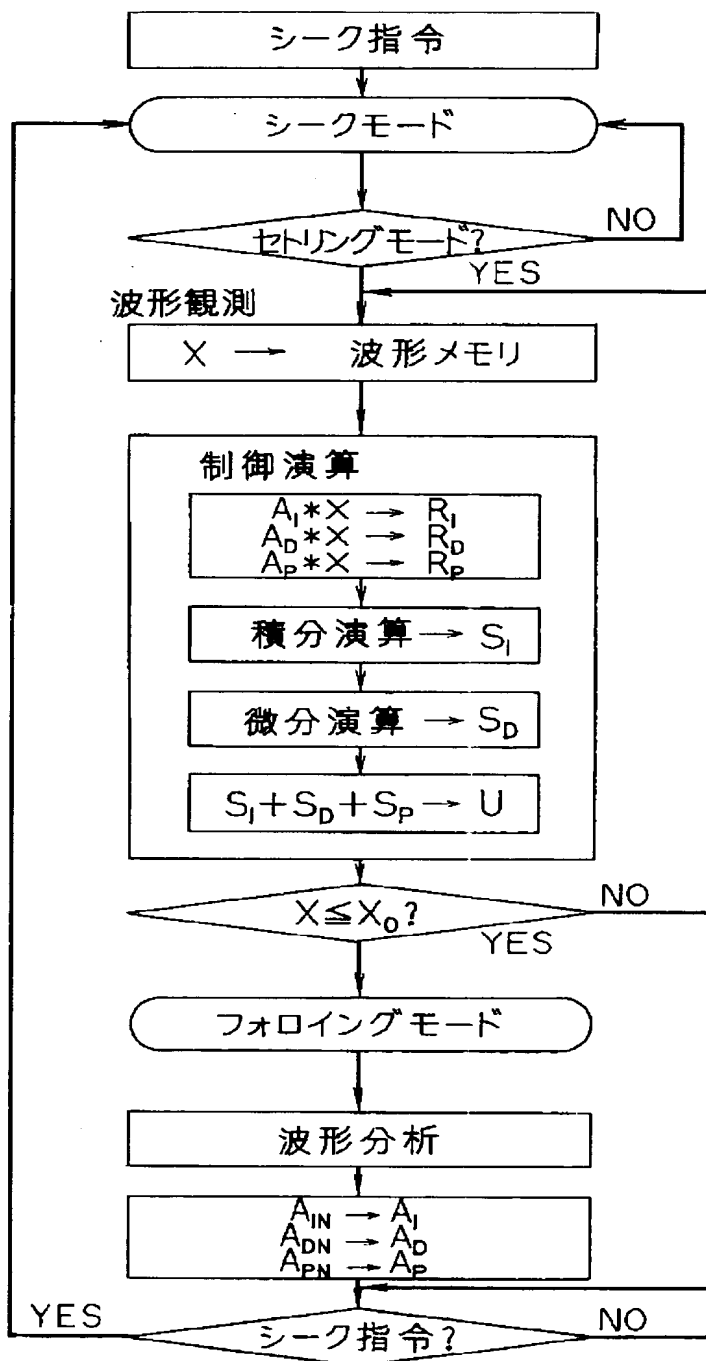
【符号の説明】

- 1 ディスク
- 2 ヘッド
- 3 アクチュエータ
- 4 電流ドライバ
- 5 位置検出手段
- 6 位置制御ループ
- 7 D/A変換器
- 8 データエリア
- 9 サーボエリア
- 10 積分器
- 11 積分ゲイン調節器
- 12 微分器
- 13 微分ゲイン調節器
- 14 比例ゲイン調節器
- 15 加算器
- 16 波形観測器
- 17 波形メモリ
- 18 波形分析器
- 19 マイコン

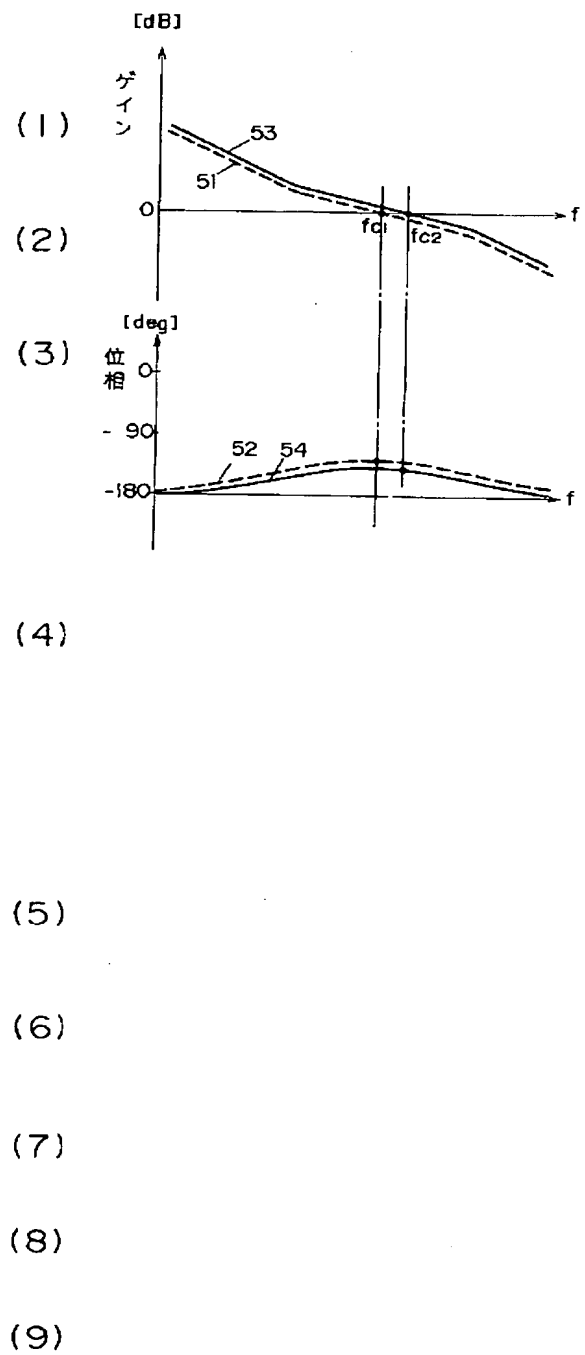
【図1】



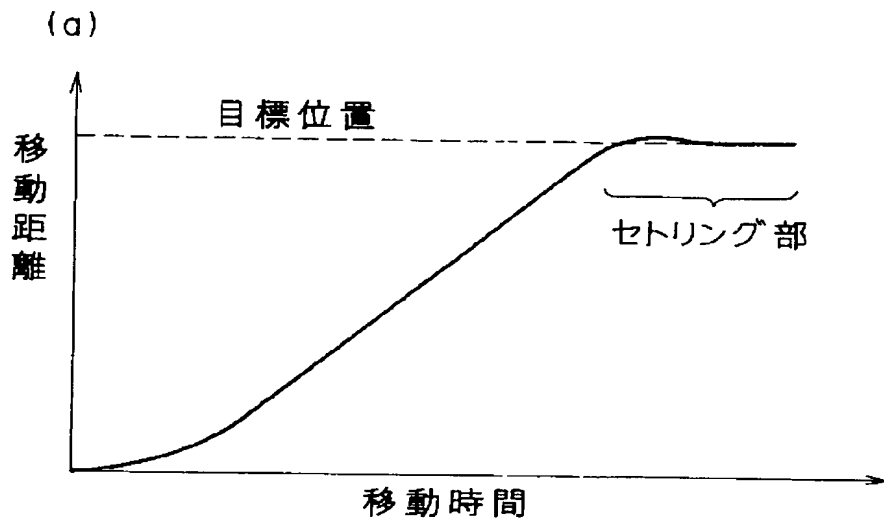
【図2】



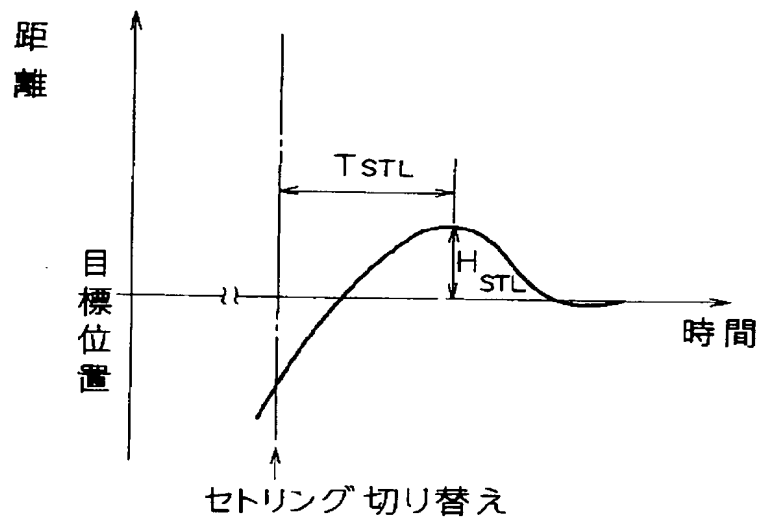
【図5】



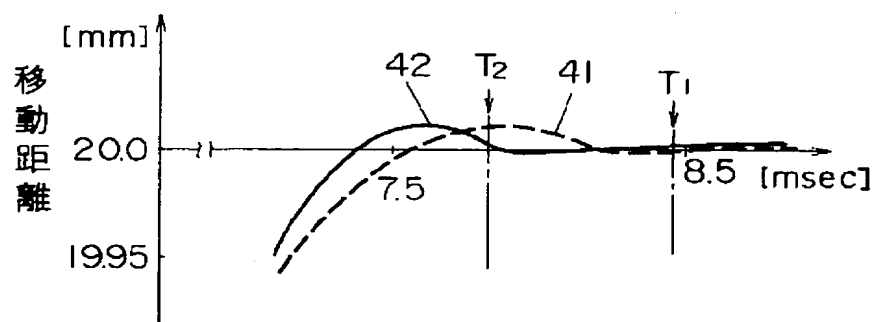
【図3】



(b)

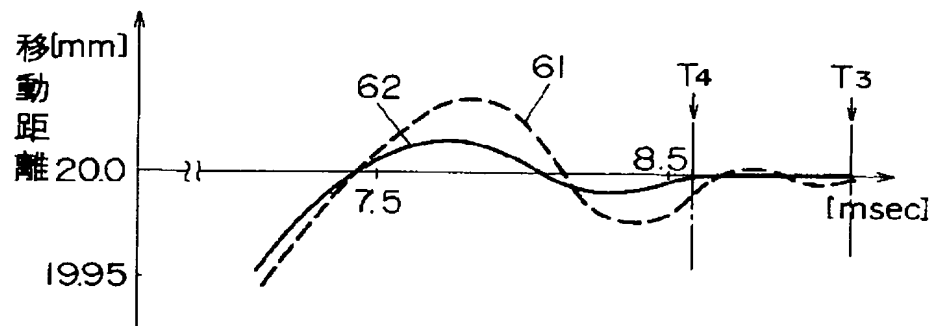


【図4】

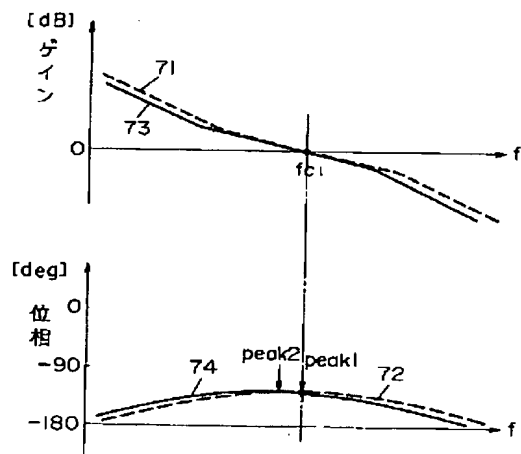




【図6】



【図7】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**